

20034357-01

US

501646.20003

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 1 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 1 7 4 5
Application Number:

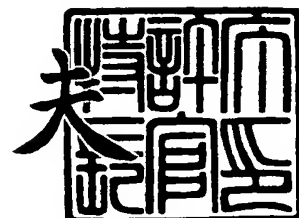
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 1 7 4 5]

出 願 人 ブラザー工業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



57CG10

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 7 0 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002045300

【提出日】 平成14年11月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 液滴噴射装置およびその製造方法

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号 ブラザー工業株式会社内

【氏名】 高橋 義和

【特許出願人】

【識別番号】 000005267

【氏名又は名称】 ブラザー工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089196

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶 良之

【選任した代理人】

【識別番号】 100104226

【弁理士】

【氏名又は名称】 須原 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100109195

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 勝典

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014731

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9505720

【包括委任状番号】 9809444

【包括委任状番号】 0018483

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液滴噴射装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一端を吐出口に、他端を液体供給源にそれぞれ接続された圧力室が配置された流路ユニットと、前記圧力室の容積を変化させるために変形可能であって電極間に圧電シートが挟まれてなる活性部を有するアクチュエータユニットとが、前記圧力室と前記活性部とを対向させて接合された液滴噴射装置において、

前記アクチュエータユニットには、それと流路ユニットとの接合面に実質的に平行な方向に $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさの応力が付加されていることを特徴とする液滴噴射装置。

【請求項 2】 一端を吐出口に、他端を液体供給源にそれぞれ接続された圧力室が配置された流路ユニットと、前記圧力室の容積を変化させるために変形可能であって電極間に圧電シートが挟まれてなる活性部を有するアクチュエータユニットとが、前記圧力室と前記活性部とを対向させて熱硬化型接着剤によって接合された液滴噴射装置の製造方法において、

前記熱硬化型接着剤として、前記流路ユニットとの接合面に実質的に平行な方向に使用温度下において前記アクチュエータユニットに付加される応力が前記流路ユニットの線膨張係数と前記アクチュエータユニットの線膨張係数との差に応じて $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲となるような硬化温度を有するものを用いることを特徴とする液滴噴射装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばインクジェットプリンタにおいてインク室に收容されたインクに圧力が付与されることによりインクを噴射するインクジェットヘッドなどの液滴噴射装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

インクジェットヘッドとしては、インクが収容された複数の圧力室を有する流路ユニット（キャビティプレート）と、流路ユニットの圧力室に収容されたインクに圧力を付与するアクチュエータユニット（圧電アクチュエータ）とが積層されたものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

流路ユニットは、42%ニッケル合金鋼板（42合金）製の複数の金属板が積層された構造であって、インクを噴射するノズルおよびノズルに連通する圧力室を備えている。アクチュエータユニットは、セラミックス製の複数の圧電シートが積層された構造であって、流路ユニットの圧力室上に重なるように接着剤または接着シートを介して接合されている。

【0004】

また、アクチュエータユニットには、流路ユニットの圧力室に対応する位置に配置された個別電極と、常にグランド電位に保持されている共通電極（コモン電極）とを有しており、個別電極と共通電極とによって挟まれた圧電シートの当該挟まれた領域は予めこれら電極によって電界が印加されることによって積層方向に分極した活性部となっている。ここで、個別電極に対して駆動パルス信号が与えられると、アクチュエータユニットの活性部に対応した部分により圧力室の容積が変化させられることによって、圧力室内に充填されたインクに噴射圧力が付与されてノズルからインクが噴射される。

【0005】

【特許文献1】

特開2002-234171号公報（図3）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量が大きい場合またはアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧が大きい場合には、アクチュエータユニットを駆動するドライバ回路の消費電力（駆動電圧の2乗と静電容量の積に比例する）が大きくなり、発熱量が著しく大きくなって、加熱故障が発生し易くなる。そのため、ドライバとして比較的高価なものを使

用しなければならなくなつて、インクジェットヘッドの電気系統コストが高くなつてしまう。ここで、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量は、電極の面積を小さくすると小さくなるが、そうすると、所定量の変位を得るために必要な駆動電圧が高くなる。つまり、静電容量とアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧との間には、一方が小さくなると他方が大きくなるという関係があるため、かかる問題を解消するためには、両者の大きさについてバランスがとれていることが望ましい。

【0007】

本発明は、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧が最適化された液滴噴射装置およびその製造方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者は、上記目的を達成するための研究を続けた結果、アクチュエータユニットに付加される応力の大きさを適正に設定することによって、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧を最適化することができることを見出した。すなわち、請求項1の液滴噴射装置は、一端を吐出口に、他端を液体供給源にそれぞれ接続された圧力室が配置された流路ユニットと、前記圧力室の容積を変化させるために変形可能であつて電極間に圧電シートが挟まれてなる活性部を有するアクチュエータユニットとが、前記圧力室と前記活性部とを対向させて接合された液滴噴射装置において、前記アクチュエータユニットには、それと流路ユニットとの接合面に実質的に平行な方向に $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさの応力が付加されていることを特徴とするものである。

【0009】

請求項1によると、アクチュエータユニットに付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさであるので、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧のいずれもが比較的小さくなって、両者の値が最適化される。従つて、ア

クチュエータユニットを駆動するドライバ回路での消費電力および発熱量を低減できるようになって、ドライバ回路の加熱故障を抑制できる。その結果、ドライバ回路として比較的安価なものを使用することが可能となる。また、上述のとおり、ドライバ回路で発生する熱量が少なくなるので、この熱量を放熱するための大きなヒートシンクを液滴噴射装置に取り付ける必要がなくなって、液滴噴射装置が大型化するのを防止することができる。

【0010】

また、請求項2の液滴噴射装置の製造方法は、一端を吐出口に、他端を液体供給源にそれぞれ接続された圧力室が配置された流路ユニットと、前記圧力室の容積を変化させるために変形可能であって電極間に圧電シートが挟まれてなる活性部を有するアクチュエータユニットとが、前記圧力室と前記活性部とを対向させて熱硬化型接着剤によって接合された液滴噴射装置の製造方法において、前記熱硬化型接着剤として、前記流路ユニットとの接合面に実質的に平行な方向に使用温度下において前記アクチュエータユニットに付加される応力が前記流路ユニットの線膨張係数と前記アクチュエータユニットの線膨張係数との差に応じて $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲となるような硬化温度を有するものを用いることを特徴とするものである。

【0011】

請求項2によると、流路ユニットとアクチュエータユニットとが、流路ユニットを形成する材料の線膨張係数とアクチュエータユニットを形成する材料の線膨張係数との差に基づいて、アクチュエータユニットに付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになるように、熱硬化性接着剤の種類および硬化温度を設定することによって、使用温度下におけるアクチュエータユニットに付加される応力の最適化が可能となるため、流路ユニットおよびアクチュエータユニットをそれぞれ形成する材料の選択の自由度が大きくなる。

【0012】

なお、請求項1、2において、「アクチュエータユニットに付加される応力」とは、アクチュエータユニットと流路ユニットとの接合面に実質的に平行な方向である。また、「使用温度」とは、液滴噴射装置、例えばインクジェットヘッド

で紙面などに印刷を行うときの通常環境温度である。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施の形態を説明する。

【 0 0 1 4 】

本発明の実施の形態に係る液滴噴射装置であるインクジェットヘッドについて説明する。図 1 は、そのインクジェットヘッドの分解斜視図である。図 1 に示すように、本実施の形態による圧電式のインクジェットヘッド 1 は、ほぼ直方体の流路ユニット 7 上にこれとほぼ同形状のアクチュエータユニット 6 が積層され、アクチュエータユニット 6 上に外部回路との接続のためのフレキシブルフラットケーブル又はフレキシブルプリント回路（F P C） 5 が貼付されたものである。インクジェットヘッド 1 は、流路ユニット 7 の下面側に開口したノズル 9（図 2 及び図 3 参照）から下向きにインクを噴射する。

【 0 0 1 5 】

アクチュエータユニット 6 の上面には、F P C 5 との電氣的接続のために用いられる多数の表面電極 3 が設けられている。また、流路ユニット 7 の上面には、上方に開口した多数の圧力室（インク収容室） 1 0 が設けられている。また、流路ユニット 7 の長手方向についての一端部近傍には、後述するマニホールド流路 1 5（図 3 参照）にそれぞれ連通した一対の供給孔 4 a、4 b が穿設されている。供給孔 4 a、4 b は、インクカートリッジ（図示せず）から供給されるインク中の塵除去のためのフィルタ 2 で覆われている。

【 0 0 1 6 】

次に、インクジェットヘッド 1 の詳細な構造について図 2 及び図 3 をさらに参照して説明する。図 2 は、図 1 に示すインクジェットヘッドをその長手方向に沿って切断した部分断面図である。図 3 は、図 1 に示すインクジェットヘッドをその幅方向に沿って切断した部分断面図である。なお、図 2 及び図 3 において、アクチュエータユニット 6 上の F P C 5 の図示を省略している。

【 0 0 1 7 】

流路ユニット 7 は、金属材料、例えば 4 2 % ニッケル合金鋼（以下、「4 2 合

金」と称する) からなる薄板状の 3 枚のプレート (キャビティプレート 7 a、スペーサプレート 7 b、マニホールドプレート 7 c) と、インクを噴射するノズル 9 を備えたポリイミド等の合成樹脂製のノズルプレート 7 d とが積層されることによって構成されている。最上部のキャビティプレート 7 a は、アクチュエータユニット 6 に接している。

【0018】

キャビティプレート 7 a の表面には、アクチュエータユニット 6 の動作により選択的に噴射されるインクを収容する複数の圧力室 10 が長手方向に沿って 2 列に形成されている。複数の圧力室 10 は、隔壁 10 a によって相互に隔てられ、その長手方向を平行に並べて配列されている。マニホールドプレート 7 c には、インクを圧力室 10 に供給するマニホールド流路 15 が複数の圧力室 10 がなす列の下方においてその列方向に長く形成されている。また、マニホールド流路 15 の一端は、図 1 に示した一对の供給孔 4 a、4 b のいずれか一方を介して図示されないインク供給源に接続されている。

【0019】

圧力室 10 の一端は、スペーサプレート 7 b の連通孔 12 を介してマニホールド流路 15 に連通し、他端は、スペーサプレート 7 b およびマニホールドプレート 7 c の連通孔 11、13 を介してノズル 9 に連通している。このようにして、マニホールド流路 15 から連通孔 12、圧力室 10、連通孔 11、連通孔 13 を経てノズル 9 に至るインク流路が形成されている。

【0020】

アクチュエータユニット 6 においては、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) のセラミックス材料からなる 6 枚の圧電セラミックスプレート 6 a ~ 6 f が積層されている。そして、圧電セラミックスプレート 6 b と圧電セラミックスプレート 6 c との間、及び、圧電セラミックスプレート 6 d と圧電セラミックスプレート 6 e との間にはそれぞれ共通電極 21、23 が、流路ユニット 7 の圧力室 10 に対応した範囲内のみに配置されている。なお、共通電極 21、23 は、各圧電セラミックスプレートのほぼ全範囲を覆う広範囲にわたって配置されてもよい。一方、圧電セラミックスプレート 6 c と圧電セラミックスプレート 6 d との間、及び

、圧電セラミックスプレート 6 e と圧電セラミックスプレート 6 f との間にはそれぞれ個別電極 2 2、2 4 が、流路ユニット 7 の圧力室 1 0 に対応した範囲内のみ配置されている。共通電極 2 1、2 3 および個別電極 2 2、2 4 は、アクチュエータユニット 6 の上面に設けた多数の表面電極 3 に接続されている。

【0021】

共通電極 2 1、2 3 は常にグランド電位に保持されている。一方、個別電極 2 2、2 4 には駆動パルス信号が与えられる。共通電極 2 1、2 3 と個別電極 2 2、2 4 とによって挟まれた圧電セラミックスプレート 6 c ～ 6 e の当該挟まれた領域は予めこれら電極によって電界が印加されることによって積層方向に分極した活性部 2 5 となっている。活性部 2 5 は、平面視で圧力室 1 0 と同じ方向に延びており且つ圧力室 1 0 内に収まる矩形形状を有している。このように、本実施の形態において、アクチュエータユニット 6 には圧電セラミックスプレート 6 a ～ 6 f の面方向に対して実質的に垂直な方向（圧電セラミックスプレート 6 a ～ 6 f の積層方向）に変形可能な複数の活性部 2 5 が形成されている。

【0022】

個別電極 2 2、2 4 の電位が正の所定電位になると、圧電セラミックスプレート 6 c ～ 6 e の活性部 2 5 は電界が印加されて積層方向に伸びようとする。ところが、圧電セラミックスプレート 6 a、6 b にはこのような現象が現れないので、アクチュエータユニット 6 の活性部 2 5 に対応した部分は、全体として圧力室 1 0 側に伸びるように膨らむ。すると圧力室 1 0 の容積が小さくなるので、圧力室 1 0 内に充填されたインクに噴射圧力が付与されてノズル 9 からインクが噴射される。

【0023】

図 2 に示された 2 つの圧力室 1 0 のうち左側は、このように正の所定電位が与えられて圧力室 1 0 側に伸びたアクチュエータユニット 6 によって圧力室 1 0 の容積が縮小することで、当該圧力室 1 0 に連通したノズル 9 からインクが噴射されようとする様子を描いたものである。また、右側は、駆動パルス信号が共通電極 2 1、2 3 の電位と同じくグランド電位に保持されているために、圧力室 1 0 に連通したノズル 9 からインクが噴射されない様子を描いたものである。

【0024】

なお、常態において、全圧力室10に対応する個別電極22、24に電界を印加して、全圧力室10を図2の左側のように縮小しておいて、インクを噴射しようとする圧力室10に対応する個別電極22、24のみ電界を解除して図2の右側のように圧力室10を拡大し、その後再びその個別電極22、24に電界を印加して圧力室10内のインクに圧力を付与する（いわゆる引き打ち）ことによって、インクを噴射することもできる。

【0025】

次に、本実施の形態のインクジェットヘッド1の製造方法についてその工程図である図4を参照しつつ説明する。図1～図3で説明したようなインクジェットヘッド1を製造するには、流路ユニット7及びアクチュエータユニット6などの部品を別々に作製し、それから各部品を組み付ける。

【0026】

流路ユニット7を作製するには、図2に描かれた4枚のプレート7a～7dをそれぞれ独立して作製した後に、これらが位置合わせされて積層された状態で熱硬化性接着剤を用いてこれらを互いに接着する。なお、プレート7a～7cに圧力室10や連通孔11などを形成するのにはエッチング加工が用いられ、プレート7dにノズル9を形成するのにはレーザ加工が用いられる（ステップS1）。

【0027】

一方、アクチュエータユニット6を作製するには、まず、個別電極22、24が導電性ペーストでそれぞれスクリーン印刷された圧電セラミックスのグリーンシート2枚と、共通電極21、23が導電性ペーストでそれぞれスクリーン印刷された圧電セラミックスのグリーンシート2枚とを交互に積層し、さらにその上に、何も印刷されていない圧電セラミックスのグリーンシート1枚と、表面電極3が導電性ペーストでスクリーン印刷された圧電セラミックスのグリーンシート1枚とを順次積層する（ステップS2）。これによって、アクチュエータユニット6となる電極複合体が得られる。

【0028】

そして、ステップS2で得られた電極複合体を公知のセラミックスと同様に脱

脂し、所定の温度で焼成する（ステップ S 3）。これにより、上述したようなアクチュエータユニット 6 を比較的容易に作製することができる。なお、アクチュエータユニット 6 は、予め焼成による収縮量を見込んで設計される。

【0029】

このように、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 とをそれぞれ別々に作製した後で、両者が熱硬化性接着剤によって貼り合わされる（ステップ S 4）。しかる後、アクチュエータユニット 6 と別途用意された FPC 5 とが表面電極 3 とこれに対応する FPC 5 上の電極とがそれぞれ重なるように半田を用いて貼り合わされる（ステップ S 5）。以上の工程を経ることによって、インクジェットヘッド 1 が完成する。

【0030】

上記ステップ S 4 において、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 とを貼り合わせるとき、流路ユニット 7 の線膨張係数（ノズルプレート 7 d を除くプレート 7 a ～ 7 c を形成する材料の線膨張係数）と、アクチュエータユニット 6 の線膨張係数（圧電セラミックスプレート 6 a ～ 6 f を形成する材料の線膨張係数）との差に基づいて、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が所定範囲の大きさになるように、両者を貼り合わせるときの接合温度、つまり、熱硬化性接着剤の硬化温度が決定されている。具体的には、上記接合温度は、エポキシ系接着剤を用いて 120℃である。

【0031】

なお、本実施の形態においては、アクチュエータユニット 6 に付加される応力は、アクチュエータユニット 6 と流路ユニット 7 との接合面に実質的に平行な方向であり且つアクチュエータユニット 6 の長手方向（インクジェットヘッド 1 の長手方向；図 2 では左右方向）に沿った方向の応力を意味している。これは、アクチュエータユニット 6 の長手方向が短手方向よりも著しく大きいので、膨張、収縮量が大きくなるためである。以下の説明において、アクチュエータユニット 6 の長手方向外側に向かう方向を正とし、アクチュエータユニット 6 の長手方向内側に向かう方向を負として表されている。従って、アクチュエータユニット 6 に正の応力が付加されている場合には、アクチュエータユニット 6 にはその長手

方向の引張応力が作用しており、アクチュエータユニット 6 に負の応力が付加されている場合には、アクチュエータユニット 6 にはその長手方向の圧縮応力が作用していることになる。

【0032】

ここで、流路ユニット 7 の線膨張係数がアクチュエータユニット 6 の線膨張係数よりも大きい場合には、両者が上記接合温度において貼り合わされる際に、流路ユニット 7 がアクチュエータユニット 6 と比較して伸長した状態で貼り合わされる。従って、両者が上記接合温度において貼り合わされた後で常温（使用温度）に戻ると、流路ユニット 7 がアクチュエータユニット 6 と比較してより収縮するため、アクチュエータユニット 6 には圧縮応力が生じる。一方、流路ユニット 7 の線膨張係数がアクチュエータユニット 6 の線膨張係数よりも小さい場合に、上述とは反対に、アクチュエータユニット 6 には引張応力が生じる。なお、本実施の形態では、上述の応力の所定範囲の大きさとは、後で詳述するように、 $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさである。

【0033】

上記のように、アクチュエータユニット 6 に付加される応力と、アクチュエータユニット 6 の活性部に含まれる電極間の静電容量および活性部が所定量変位するのに必要な駆動電圧との関係を調べるための行われた実験結果について、表 1 および図 5 を参照して説明する。

【0034】

表 1 は、アクチュエータユニット 6 に付加される応力を 7 つの値に変化させた場合におけるアクチュエータユニット 6 の活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニット 6 を駆動するのに必要な駆動電圧の測定結果を示している。

【0035】

【表 1】

応力(MPa)	C(nF)	V(V)
-50	0.97	38
-40	1	28
-20	1.05	24
0	1.13	23
10	1.2	22.3
20	1.32	22
40	1.6	21.5

【0036】

そして、上記の測定結果をグラフに表すと、図5（a）および図5（b）が得られる。図5（a）は、アクチュエータユニットに付加される応力とアクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量との関係を示すグラフである。図5（b）は、アクチュエータユニットに付加される応力とアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧との関係を示すグラフである。

【0037】

図5（a）からは、アクチュエータユニット6に付加される応力が大きくなると、アクチュエータユニット6の活性部に含まれる電極間の静電容量も大きくなることが分かる。そして、アクチュエータユニット6に付加される応力が-50 MPa～10 MPaの範囲の大きさである場合には、上記応力の増加量に対する上記静電容量の増加量の割合は比較的小さいことが分かる。これに対して、アクチュエータユニット6に付加される応力が10 MPaを超える範囲の大きさである場合には、上記応力の増加量に対する上記静電容量の増加量の割合が著しく大きくなることが分かる。

【0038】

また、図5（b）からは、アクチュエータユニット6に付加される応力が大きくなると、活性部が所定量変位するのに必要な駆動電圧は小さくなることが分かる。そして、アクチュエータユニット6に付加される応力が-50 MPa～-40 MPaの範囲の大きさである場合には、上記応力の増加量に対する上記駆動電圧の減少量の割合が著しく大きいことが分かる。これに対して、アクチュエータ

ユニット 6 に付加される応力が -40 MPa を超える範囲の大きさである場合には、上記応力の増加量に対する上記駆動電圧の減少量の割合が比較的小さくなることが分かる。

【0039】

このように、図 5 (a) および図 5 (b) に示す実験結果を考慮すると、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさである場合に、上記応力の増加量に対する上記静電容量の増加量の割合および上記駆動電圧の減少量の割合のいずれもが比較的小さくなっている。従って、製造時のばらつき等があっても、安定した動作が実現できる。また、静電容量が大きくなると、アクチュエータユニット 6 に印可する駆動電圧の立ち上がり及び立ち下りの傾斜が緩やかになって所定の動作が得られなくなるが、この問題も解消できる。さらに、駆動電圧または静電容量のいずれかが大きくなっても、ドライバ回路の仕様を上げなければならずコストが高くなるが、この問題も解消できる。その結果、アクチュエータユニット 6 の活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニット 6 を駆動するのに必要な駆動電圧のいずれもが比較的小さくなって、両者の値が最適化されることが分かる。

【0040】

従って、アクチュエータユニット 6 の活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニット 6 を駆動するのに必要な駆動電圧を最適化するためには、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになるように、インクジェットヘッド 1 を作製すればよいことになる。ここで、アクチュエータユニット 6 に付加される応力は、上述したように、流路ユニット 7 の線膨張係数と、アクチュエータユニット 6 の線膨張係数と、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 との貼り合わせ時の接合温度とによって変化する。

【0041】

表 2 は、流路ユニット 7 の線膨張係数とアクチュエータユニット 6 の線膨張係数との差（以下、単に「線膨張係数差」と称する）および上記接合温度の組み合わせを変更した場合に、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 とが上記接

合温度において接合された後で使用温度（ほぼ常温）に戻ったときのアクチュエータユニット 6 に付加される応力がどのように変化するかのシミュレーション結果を示している。

【0042】

なお、表 2 の最左端列に記載されている線膨張係数差は、流路ユニット 7 の線膨張係数からアクチュエータユニット 6 の線膨張係数を差し引くことによって求められる値であって、最上段行に記載されている温度は、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 との貼り合わせ時の接合温度を示している。

【0043】

ここで、上述のシミュレーションは、アクチュエータユニット 6 が、厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$ の圧電セラミックスプレートが 10 層に積層されており全体として厚さ $300\text{ }\mu\text{m}$ であり、それに含まれる活性部長さ（活性長）が 1.8 mm であって、流路ユニット 7 の厚さ（ノズルプレート 7 d を除く全体の厚さ）が $500\text{ }\mu\text{m}$ であるインクジェットヘッド 1 について行ったものである。また、本シミュレーションは、インクジェットヘッド 1 が、常温 25°C の使用温度下で使用される場合についてのものである。

【0044】

【表 2】

	接合温度																線膨張係数 (ppm/°C)			
	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C	110°C	120°C	130°C	140°C	150°C	160°C	170°C	180°C	190°C	200°C		
-10.0	16.3	21.7	27.1	32.5	37.9	43.3	48.8	54.2	59.6	65.0	70.4	75.8	81.3	86.7	92.1	97.5	102.9	108.3		
-9.0	14.6	19.5	24.4	29.3	34.1	39.0	43.9	48.8	53.6	58.5	63.4	68.3	73.1	78.0	82.9	87.8	92.6	97.5		
-8.0	13.0	17.3	21.7	26.0	30.3	34.7	39.0	43.3	47.7	52.0	56.3	60.7	65.0	69.3	73.7	78.0	82.3	86.7		
-7.0	11.4	15.2	19.0	22.8	26.5	30.3	34.1	37.9	41.7	45.5	49.3	53.1	56.9	60.7	64.5	68.3	72.0	75.8		
-6.0	9.8	13.0	16.3	19.5	22.8	26.0	29.3	32.5	35.8	39.0	42.3	45.5	48.8	52.0	55.3	58.5	61.8	65.0		
-5.0	8.1	10.8	13.5	16.3	19.0	21.7	24.4	27.1	29.8	32.5	35.2	37.9	40.6	43.3	46.0	48.8	51.5	54.2		
-4.0	6.5	8.7	10.8	13.0	15.2	17.3	19.5	21.7	23.8	26.0	28.2	30.3	32.5	34.7	36.8	39.0	41.2	43.3		
-3.0	4.9	6.5	8.1	9.8	11.4	13.0	14.6	16.3	17.9	19.5	21.1	22.8	24.4	26.0	27.6	29.3	30.9	32.5		
-2.0	3.3	4.3	5.4	6.5	7.6	8.7	9.8	10.8	11.8	13.0	14.1	15.2	16.3	17.3	18.4	19.5	20.6	21.7		
-1.0	1.6	2.2	2.7	3.3	3.8	4.3	4.9	5.4	6.0	6.5	7.0	7.6	8.1	8.7	9.2	9.8	10.3	10.8		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1.0	-1.6	-2.2	-2.7	-3.3	-3.8	-4.3	-4.9	-5.4	-6.0	-6.5	-7.0	-7.6	-8.1	-8.7	-9.2	-9.8	-10.3	-10.8		
2.0	-3.3	-4.3	-5.4	-6.5	-7.6	-8.7	-9.8	-10.8	-11.9	-13.0	-14.1	-15.2	-16.3	-17.3	-18.4	-19.5	-20.6	-21.7		
3.0	-4.9	-6.5	-8.1	-9.8	-11.4	-13.0	-14.6	-16.3	-17.9	-19.5	-21.1	-22.8	-24.4	-26.0	-27.6	-29.3	-30.9	-32.5		
4.0	-6.5	-8.7	-10.8	-13.0	-15.2	-17.3	-19.5	-21.7	-23.8	-26.0	-28.2	-30.3	-32.5	-34.7	-36.8	-39.0	-41.2	-43.3		
5.0	-8.1	-10.8	-13.5	-16.3	-19.0	-21.7	-24.4	-27.1	-29.8	-32.5	-35.2	-37.9	-40.6	-43.3	-46.0	-48.8	-51.5	-54.2		
6.0	-9.8	-13.0	-16.3	-19.5	-22.8	-26.0	-29.3	-32.5	-35.8	-39.0	-42.3	-45.5	-48.8	-52.0	-55.3	-58.5	-61.8	-65.0		
7.0	-11.4	-15.2	-19.0	-22.8	-26.5	-30.3	-34.1	-37.9	-41.7	-45.5	-49.3	-53.1	-56.9	-60.7	-64.5	-68.3	-72.0	-75.8		
8.0	-13.0	-17.3	-21.7	-26.0	-30.3	-34.7	-39.0	-43.3	-47.7	-52.0	-56.3	-60.7	-65.0	-69.3	-73.7	-78.0	-82.3	-86.7		
9.0	-14.6	-19.5	-24.4	-29.3	-34.1	-39.0	-43.9	-48.8	-53.6	-58.5	-63.4	-68.3	-73.1	-78.0	-82.9	-87.8	-92.6	-97.5		
10.0	-16.3	-21.7	-27.1	-32.5	-37.9	-43.3	-48.8	-54.2	-59.6	-65.0	-70.4	-75.8	-81.3	-86.7	-92.1	-97.5	-102.9	-108.3		
11.0	-17.9	-23.8	-29.8	-35.8	-41.7	-47.7	-53.6	-59.6	-65.5	-71.5	-77.5	-83.4	-89.4	-95.3	-101.3	-107.3	-113.2	-119.2		
12.0	-19.5	-26.0	-32.5	-39.0	-45.5	-52.0	-58.5	-65.0	-71.5	-78.0	-84.5	-91.0	-97.5	-104.0	-110.5	-117.0	-123.5	-130.0		
13.0	-21.1	-28.2	-35.2	-42.3	-49.3	-56.3	-63.4	-70.4	-77.5	-84.5	-91.5	-98.6	-105.6	-112.7	-119.7	-126.8	-133.8	-140.8		
14.0	-22.8	-30.3	-37.9	-45.5	-53.1	-60.7	-68.3	-75.8	-83.4	-91.0	-98.6	-106.2	-113.8	-121.3	-128.9	-136.5	-144.1	-151.7		
15.0	-24.4	-32.5	-40.6	-48.8	-56.9	-65.0	-73.1	-81.3	-89.4	-97.5	-105.6	-113.8	-121.9	-130.0	-138.1	-146.3	-154.4	-162.5		
16.0	-26.0	-34.7	-43.3	-52.0	-60.7	-69.3	-78.0	-86.7	-95.3	-104.0	-112.7	-121.3	-130.0	-138.7	-147.3	-156.0	-164.7	-173.3		
17.0	-27.6	-36.8	-46.0	-55.3	-64.5	-73.7	-82.9	-92.1	-101.3	-110.5	-119.7	-128.9	-138.1	-147.3	-156.5	-165.8	-175.0	-184.2		
18.0	-29.3	-39.0	-48.8	-58.5	-68.3	-78.0	-87.8	-97.5	-107.3	-117.0	-126.8	-136.5	-146.3	-156.0	-165.8	-175.5	-185.3	-195.0		
19.0	-30.9	-41.2	-51.5	-61.8	-72.0	-82.3	-92.6	-102.9	-113.2	-123.5	-133.8	-144.1	-154.4	-164.7	-175.0	-185.3	-195.5	-205.8		
20.0	-32.5	-43.3	-54.2	-65.0	-75.8	-86.7	-97.5	-108.3	-119.2	-130.0	-140.8	-151.7	-162.5	-173.3	-184.2	-195.0	-205.8	-216.7		
21.0	-34.1	-45.5	-56.9	-68.3	-79.6	-91.0	-102.4	-113.8	-125.1	-136.5	-147.9	-159.3	-170.6	-182.0	-193.4	-204.8	-216.1	-227.5		
22.0	-35.8	-47.7	-59.6	-71.5	-83.4	-95.3	-107.3	-119.2	-131.1	-143.0	-154.9	-166.8	-178.8	-190.7	-202.6	-214.5	-226.4	-238.3		
23.0	-37.4	-49.8	-62.3	-74.8	-87.2	-99.7	-112.1	-124.6	-137.0	-149.5	-162.0	-174.4	-186.9	-199.3	-211.8	-224.3	-236.7	-249.2		
24.0	-39.0	-52.0	-65.0	-78.0	-91.0	-104.0	-117.0	-130.0	-143.0	-156.0	-169.0	-182.0	-195.0	-208.0	-221.0	-234.0	-247.0	-260.0		
25.0	-40.6	-54.2	-67.7	-81.3	-94.8	-108.3	-121.9	-135.4	-149.0	-162.5	-176.0	-189.6	-203.1	-216.7	-230.2	-243.8	-257.3	-270.8		
26.0	-42.3	-56.3	-70.4	-84.5	-98.6	-112.7	-126.8	-140.8	-154.9	-169.0	-183.1	-197.2	-211.3	-225.3	-239.4	-253.5	-267.6	-281.7		

【0045】

表 2 から、上記線膨張係数差がそれぞれの値である場合に、上記接合温度がどの範囲の大きさであれば、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになる（表 2 で太線で囲んだ部分）かが分かる。そこで、上記線膨張係数差と、その線膨張係数差においてアクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになる場合の上記接合温度の最高値（以下、「最高接合温度」と称する）との関係をまとめると、表 3 のようになる。

【0046】

【表 3】

線膨張係数差 α (ppm/℃)	最高接合温度 (℃)
$18 < \alpha \leq 24$	30
$14 < \alpha \leq 18$	40
$12 < \alpha \leq 14$	50
$10 < \alpha \leq 12$	60
$9 < \alpha \leq 10$	70
$8 < \alpha \leq 9$	80
$7 < \alpha \leq 8$	90
$6 < \alpha \leq 7$	100
$5 < \alpha \leq 6$	120
$4 < \alpha \leq 5$	140
$3 < \alpha \leq 4$	180
$-1 < \alpha \leq 3$	200
$-2 < \alpha \leq -1$	180
$-3 < \alpha \leq -2$	90
$-4 < \alpha \leq -3$	60
$-5 < \alpha \leq -4$	40
$-7 < \alpha \leq -5$	30

【0047】

表 3 から、線膨張係数差の絶対値が 0 近傍において最高接合温度が最大となって、線膨張係数差の絶対値が大きくなると最高接合温度が低くなることがわかる。

【0048】

ここで、上述の結果に基づいて、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）のセラミックス製の複数の圧電シートから構成されるアクチュエータユニット 6 に対して、

流路ユニット7を構成する金属板の材料を変更した場合に、アクチュエータユニット6に付加される応力が $-40\text{MPa} \sim 10\text{MPa}$ の範囲の大きさになるようにするためには、上記接合温度を何度にするにすればよいか、すなわち、何度の硬化温度を有する熱硬化性接着剤によって流路ユニット7とアクチュエータユニット6とを接合すればよいかについて考える。

【0049】

【表4】

	線膨張係数(ppm/°C)	線膨張係数差(ppm/°C)	接合温度(°C)
PZT	5	—	—
SUS430	10.4	5.4	120以下
SUS304	17.3	12.3	50以下
42合金	4.5	-0.5	200以下

【0050】

表4には、アクチュエータユニット6の材料であるPZTの線膨張係数、流路ユニット7の材料であるSUS430、SUS304、42合金の線膨張係数が示されている。また、流路ユニット7の材料としてSUS430、SUS304、42合金が用いられた場合のそれぞれの線膨張係数とPZTの線膨張係数との線膨張係数差が算出されている。そして、この線膨張係数差の場合の最高接合温度が、表3を参照して求められている。

【0051】

従って、例えば、アクチュエータユニット6がPZTにより形成されており、流路ユニット7がSUS430により形成されている場合には、 120°C 以下の硬化温度を有する熱硬化性接着剤が選定され、アクチュエータユニット6と流路ユニット7とが接合されれば、使用温度下においてアクチュエータユニット6に付加される応力が $-40\text{MPa} \sim 10\text{MPa}$ の範囲の大きさになる。

【0052】

以上、本実施の形態のインクジェットヘッド1においては、流路ユニット7とアクチュエータユニット6とが、流路ユニット7を形成する材料の線膨張係数とアクチュエータユニット6を形成する材料の線膨張係数との差に基づいて、アク

アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになるような硬化温度を有する熱硬化性接着剤を介して接合されるため、アクチュエータユニット 6 の活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニット 6 を駆動するのに必要な駆動電圧のいずれもが比較的小さくなって、両者の値が最適化される。従って、アクチュエータユニット 6 のドライバ回路の消費電力および発熱量を低減できるようになって、ドライバ回路の加熱故障を抑制できる。その結果、ドライバ回路として比較的安価なものを使用することが可能となる。また、上述のとおり、ドライバ回路で発生する熱量が少なくなるので、この熱量を放熱するための大きなヒートシンクを取り付ける必要がなくなつて、インクジェットヘッド 1 を支持するキャリッジが大型化することによってキャリッジの移動に支障をきたすのを防止することができる。また、接合温度、すなわち、熱硬化性接着剤の種類を変更することによって、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 とが接合された後におけるアクチュエータユニット 6 に付加される応力の最適化が可能となるため、流路ユニット 7 およびアクチュエータユニット 6 をそれぞれ形成する材料の選択の自由度が大きくなる。

【0053】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な設計変更が可能なものである。例えば、上述の実施の形態では、アクチュエータユニット 6 の材料として PZT が用いられると共に、流路ユニット 7 の材料として SUS430、SUS304 および 42 合金のいずれかが用いられる場合に、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになる最高接合温度について具体的に説明しているが、アクチュエータユニット 6 の材料および流路ユニット 7 の材料はこれらに限られず、アクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさになる接合温度が存在する範囲において、それらの材料の組み合わせは任意に変更することが可能である。

【0054】

また、上述の実施の形態では、インクの液滴を噴射するインクジェットヘッド

1について説明しているが、これに限らず、インクジェットヘッド1と同様の構造であって、液滴を噴射可能な液滴噴射装置であれば、どのようなものであってもよい。

【0055】

【発明の効果】

請求項1によると、アクチュエータユニットに付加される応力が -40 MPa ～ 10 MPa の範囲の大きさであるので、アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧のいずれもが比較的小さくなって、両者の値が最適化される。従って、アクチュエータユニットを駆動するドライバ回路での消費電力および発熱量を低減できるようになって、ドライバ回路の加熱故障を抑制できる。その結果、ドライバ回路として比較的安価なものを使用することが可能となる。また、上述のとおり、ドライバ回路で発生する熱量が少なくなるので、この熱量を放熱するための大きなヒートシンクを液滴噴射装置に取り付ける必要がなくなって、液滴噴射装置が大型化するのを防止することができる。

【0056】

請求項2によると、流路ユニットとアクチュエータユニットとが、流路ユニットを形成する材料の線膨張係数とアクチュエータユニットを形成する材料の線膨張係数との差に基づいて、アクチュエータユニットに付加される応力が -40 MPa ～ 10 MPa の範囲の大きさになるように、熱硬化性接着剤の種類および硬化温度を設定することによって、使用温度下におけるアクチュエータユニットに付加される応力の最適化が可能となるため、流路ユニットおよびアクチュエータユニットをそれぞれ形成する材料の選択の自由度が大きくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係るインクジェットヘッドの分解斜視図である。

【図2】

図1に示すインクジェットヘッドをその長手方向に沿って切断した部分断面図である。

【図 3】

図 1 に示すインクジェットヘッドをその幅方向に沿って切断した部分断面図である。

【図 4】

図 1 のインクジェットヘッドの製造方法を示す工程図である。

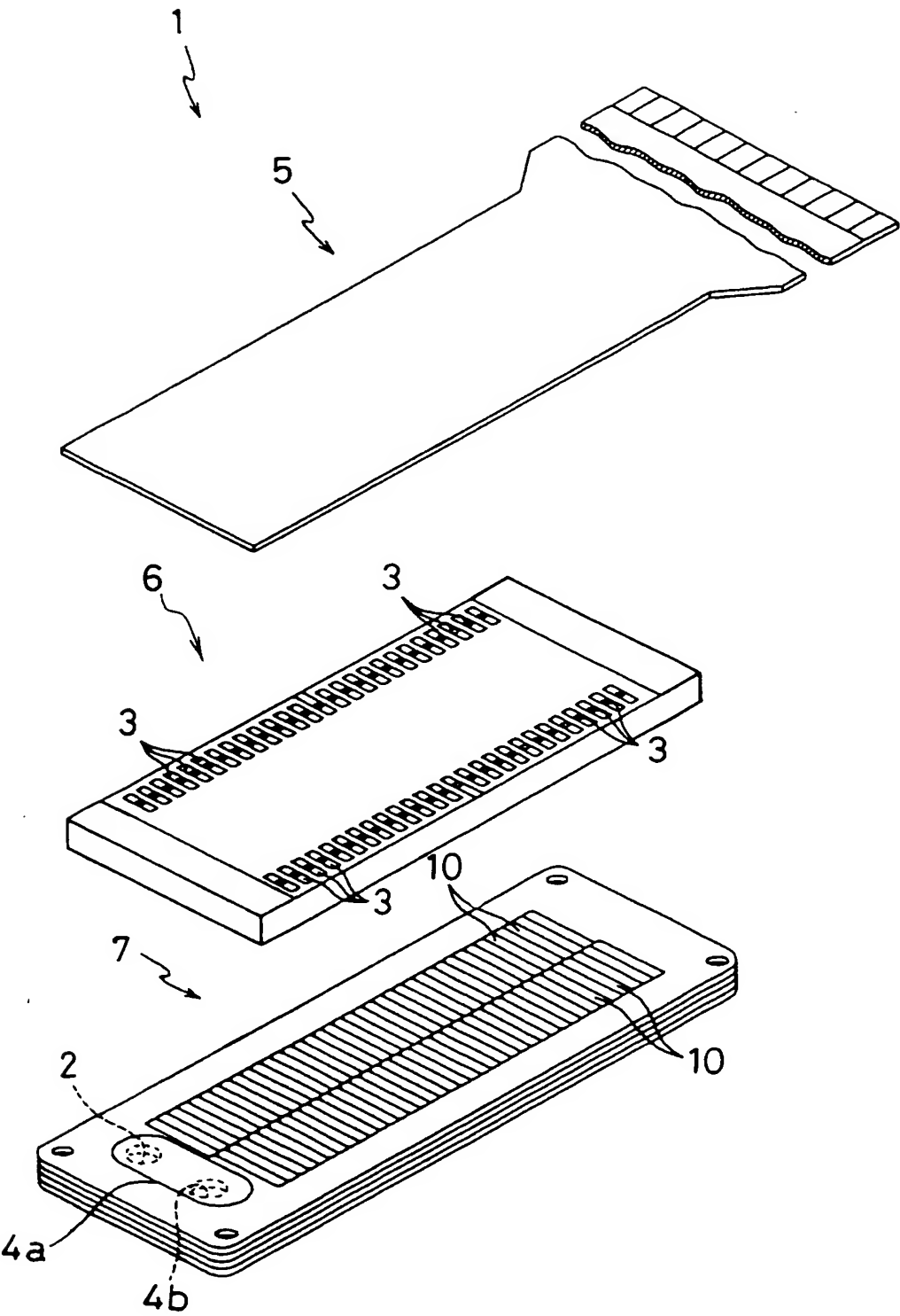
【図 5】

アクチュエータユニットに付加される応力と、静電容量および駆動電圧との関係を示すグラフである。

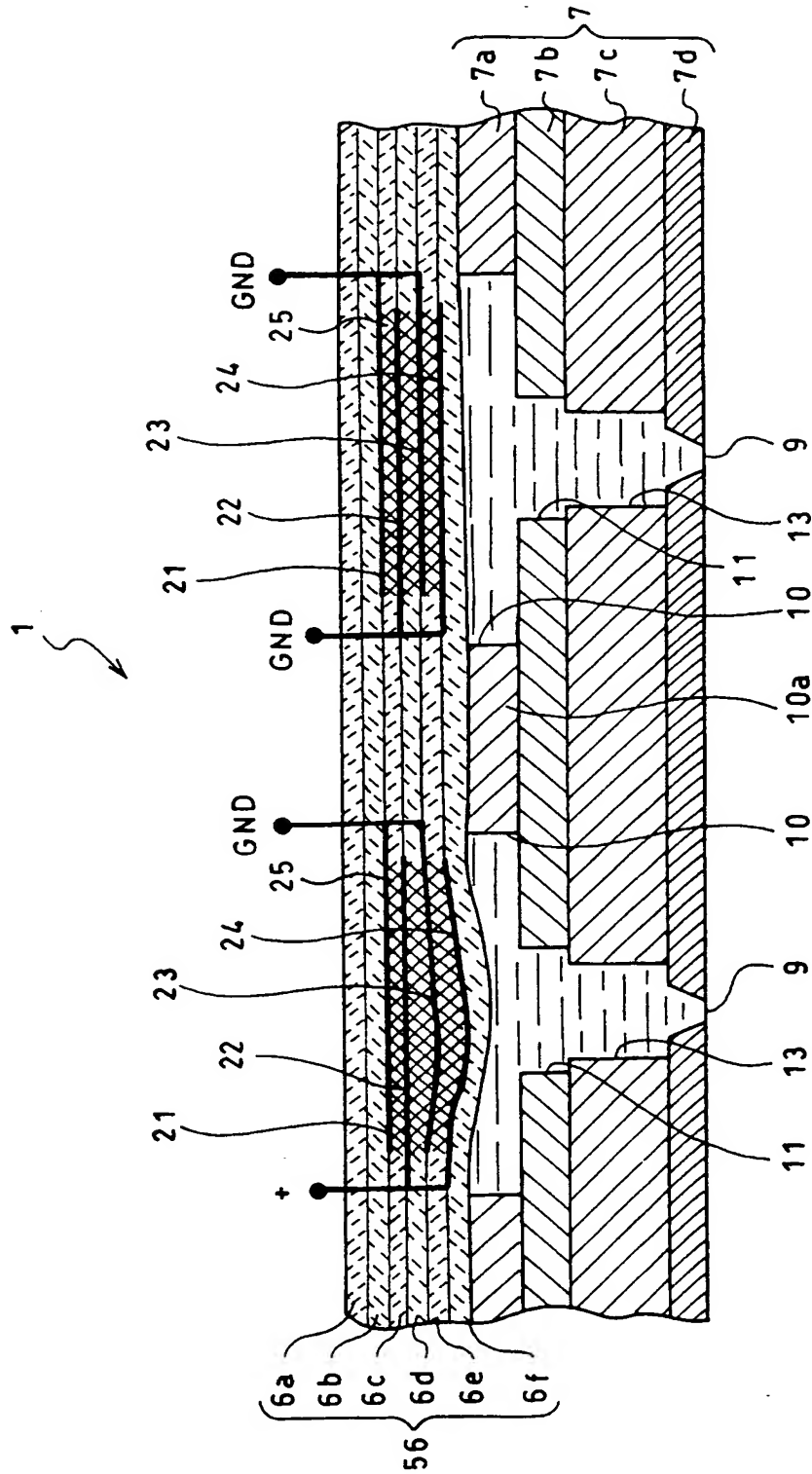
【符号の説明】

- 1 インクジェットヘッド（液滴噴射装置）
- 5 F P C
- 6 アクチュエータユニット
- 6 a ～ 6 f 圧電セラミックスプレート（圧電シート）
- 7 流路ユニット
- 9 ノズル（吐出口）
- 1 0 圧力室
- 1 5 マニホールド流路（液体供給源）
- 2 1、2 3 共通電極（電極）
- 2 2、2 4 個別電極（電極）
- 2 5 活性部

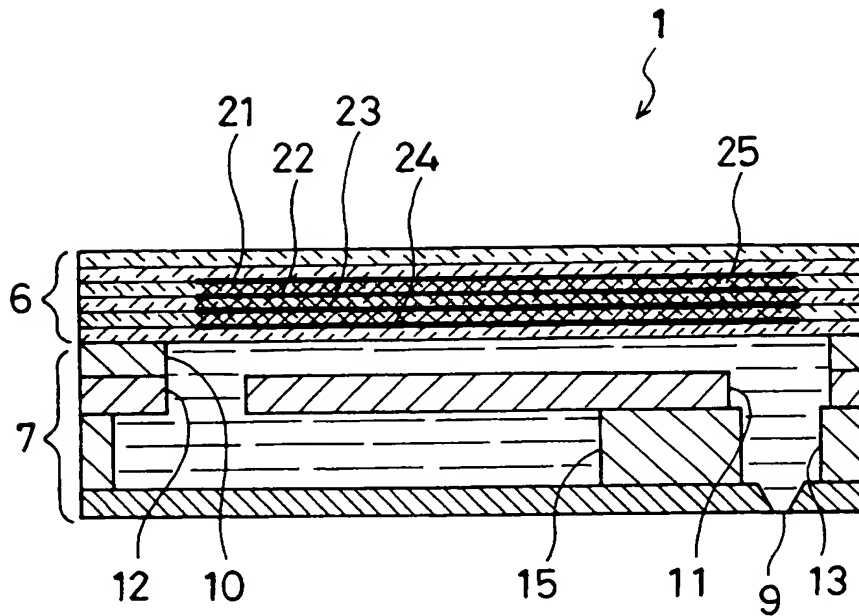
【書類名】 図面
【図 1】



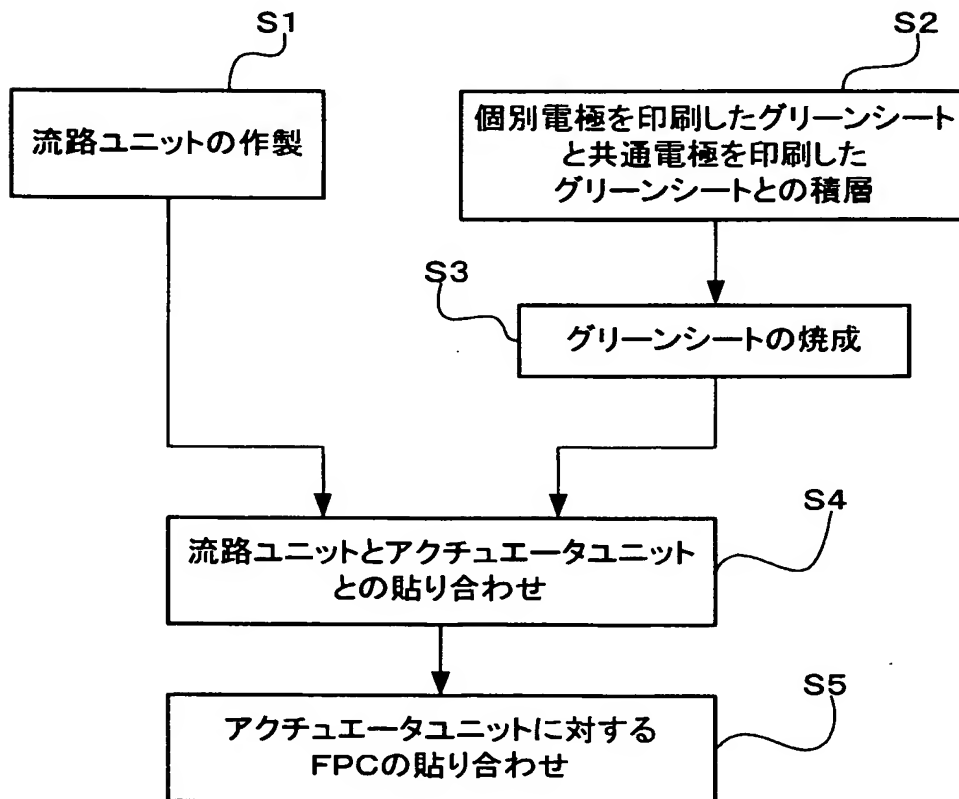
【図 2】



【図 3】

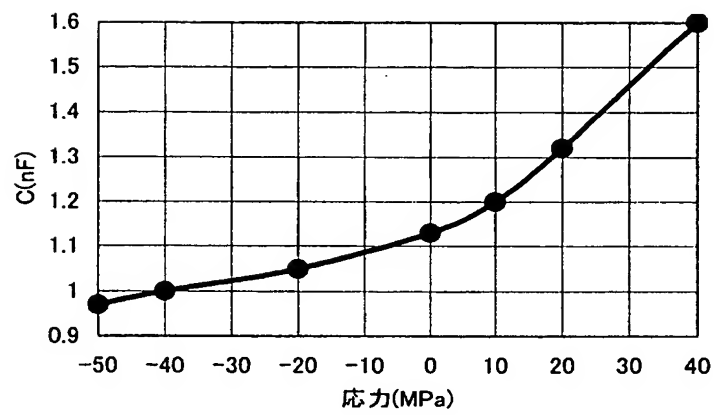


【図 4】

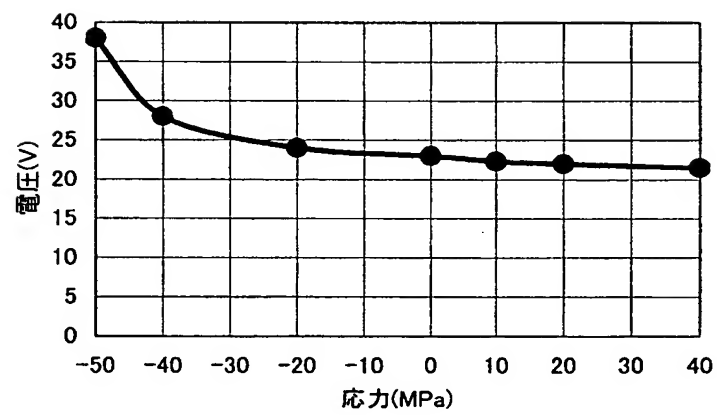


【図 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アクチュエータユニットの活性部に含まれる電極間の静電容量およびアクチュエータユニットを駆動するのに必要な駆動電圧を最適化する。

【解決手段】 インクジェットヘッド 1 の製造時において、流路ユニット 7 とアクチュエータユニット 6 とを、流路ユニット 7 を形成する材料の線膨張係数とアクチュエータユニット 6 を形成する材料の線膨張係数との差に基づいて、両者が接合された後でそれらの温度が使用温度に戻ったときにアクチュエータユニット 6 に付加される応力が $-40\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ の範囲の大きさでなるような硬化温度を有する熱硬化性接着剤を介して接合する。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 2 - 3 3 1 7 4 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 1 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号

氏 名

ブラザー工業株式会社